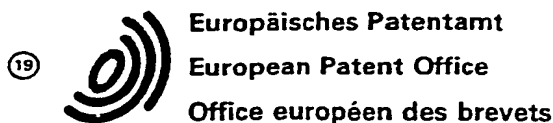


BEST AVAILABLE COPY

Donnée 62133  
R2 R2 (A)



11 Numéro de publication:

**0 155 890**  
**A2**

12

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: 85400461.1

51 Int. Cl.<sup>4</sup>: **H 01 J 31/50**

22 Date de dépôt: 11.03.85

30 Priorité: 16.03.84 FR 8404095

43 Date de publication de la demande:  
25.09.85 Bulletin 85/39

84 Etats contractants désignés:  
DE GB NL

71 Demandeur: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE  
Etablissement de Caractère Scientifique Technique et  
Industriel  
31/33, rue de la Fédération  
F-75015 Paris(FR)

72 Inventeur: Cavailler, Claude  
27, rue du Maréchal de Tassigny  
F-94370 Sucy En Brie(FR)

72 Inventeur: Clement, Gérard  
55, rue de Flandres  
F-75019 Paris(FR)

72 Inventeur: Fleurot, Noel  
78, Avenue Laferrière  
F-94000 Creteil(FR)

72 Inventeur: Girard, Alain  
8, Avenue Binger  
F-94100 Saint Maur(FR)

72 Inventeur: Loty, Charles  
19, rue des Capucins  
F-77330 Lesigny(FR)

72 Inventeur: Roux, Jean Pierre  
5, rue de Varennes  
F-94370 Sucy En Brie(FR)

74 Mandataire: Mongrédien, André et al,  
c/o BREVATOME 25, rue de Ponthieu  
F-75008 Paris(FR)

54 Tube convertisseur d'image à balayage de fente.

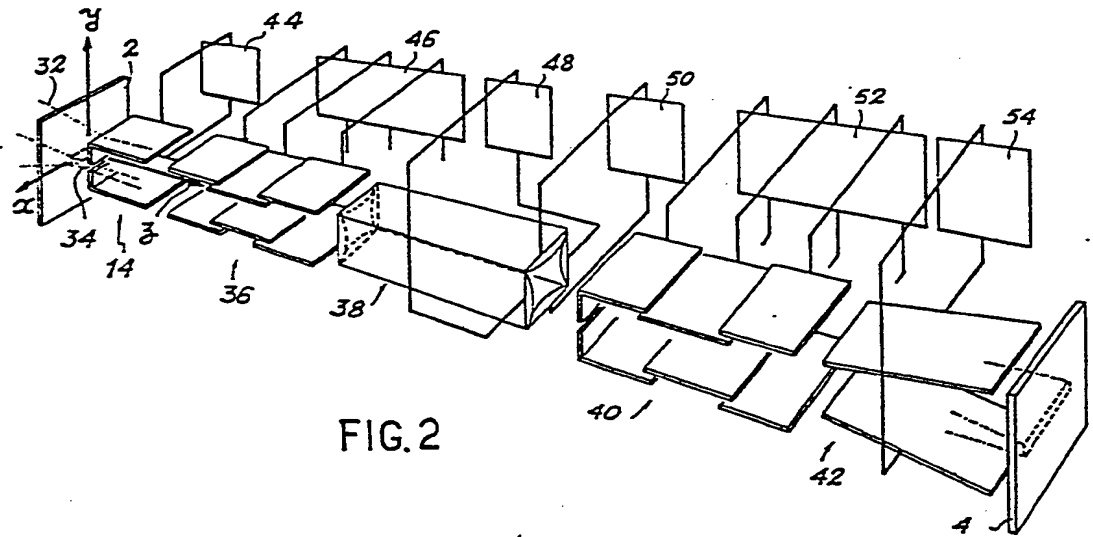
57 Ce tube comprend entre une photocathode (2) munie d'une fente (34) et un écran (4), un premier moyen électronique pour faire l'image de la plus grande dimension de la fente sur l'écran et un second moyen électronique indépendant du précédent pour focaliser et défléchir le faisceau, dans le plan de l'écran, dans une direction perpendiculaire à la direction précédente.

Ce second moyen électronique comprend au moins une lentille plane convergente (36, 40) et une électrode de déflexion (42), chacun de ces deux moyens étant réglable indépendamment.

Application à la cinématographie électronique ultra-rapide.

EP 0 155 890 A2

/...



Tube convertisseur d'image à balayage de fente

La présente invention a pour objet un tube convertisseur d'image à balayage de fente.

5 L'enregistrement d'images avec un temps de pose extrêmement court permet de relever le profil de l'évolution au cours du temps de phénomènes lumineux très brefs. Ainsi, la cinématographie électronique ultra-rapide s'applique à un large domaine de recherches et de disciplines très diversifiées : balistique, dé-  
10 tonique, étude des cellules vivantes, expérience conduite autour des lasers, etc...

La caméra à fente permet d'enregistrer photographiquement la variation au cours du temps du niveau lumineux d'une image, à une dimension, des phénomènes à étudier. L'image du phénomène à étudier est  
15 faite sur une photocathode d'un tube convertisseur d'image de type classique comportant, outre la photocathode, une électrode de commande, des électrodes d'accélération, une électrode de focalisation, une  
20 paire de déflecteurs et un écran électroluminescent, éventuellement associé à un dispositif multiplicateur d'électrons.

Le nombre d'électrons émis en chaque point de la couche photosensible de la photocathode est  
25 proportionnel au niveau de lumière appliqué localement. Les électrons sont accélérés et focalisés à l'emplacement de l'écran en phosphore par exemple, où une image visible est réalisée. Lorsque le tube est au repos, les électrons sont bloqués au niveau de la photocathode par un potentiel négatif appliqué sur  
30 l'électrode de commande ou sont défléchis par une électrode d'obturation puis interceptés par une autre électrode.

Dans la caméra à fente, l'image réalisée sur  
35 la photocathode est délimitée par une fente étroite

dont il est fait l'image sur l'écran, le défilement de l'image de la fente étant obtenu en appliquant sur les déflecteurs de l'optique de déflexion un signal de balayage. Sur la fenêtre de sortie du tube, on observe  
5 selon l'axe de balayage l'évolution de la brillance, en fonction du temps du phénomène lumineux mis à l'examen. Selon l'axe perpendiculaire à l'axe de balayage, c'est-à-dire selon la plus grande dimension de  
10 la fente, on relève l'évolution spatiale du même phénomène.

Le demandeur a divulgué dans le brevet n° 74 31136 déposé le 13 septembre 1974 un tube convertisseur d'image à balayage de fente dans lequel la  
15 focalisation du faisceau d'électrons est indépendante dans le plan de déflexion, ou plan temporel, et dans le plan spatial. Les mises au point de l'image de la fente sur l'écran sont ainsi facilitées. Les figures la et lb représentent respectivement de manière schématique la forme du faisceau d'électrons dans le plan  
20 spatial et dans le plan de déflexion dans un tube convertisseur d'image à balayage de fente selon ce brevet.

Sur la figure la, on a représenté la forme  
25 du faisceau électronique dans le plan spatial entre la photocathode 2 et l'écran 4. Dans ce plan, l'image de la fente est obtenue grâce à une lentille convergente réalisée par des électrodes 6 et 8, ladite image se faisant sur l'écran 4 ou sur une galette de microcanaux 10 dans un système de sortie comportant un multi-  
30 plicateur d'électrons. De préférence, la lentille convergente utilisée est une lentille quadrapolaire qui présente l'avantage de ne pas introduire de grosses distorsions dans le plan spatial, puisqu'elle est dé-  
35 pourvue d'aberrations du premier ordre. La trace du faisceau d'électrons dans le plan spatial porte la ré-

férence 12.

5 Sur la figure 1b, on a représenté les moyens de déflexion du tube et l'allure du faisceau électronique dans le plan de déflexion. Entre la photocathode 2 et l'écran 4 sont disposées successivement une électrode accélératrice 14, les électrodes 16 et 18 de la lentille quadrupolaire formant une lentille divergente dans le plan de déflexion, une lentille de déflexion et de focalisation 20 et éventuellement une galette de microcanaux 10.

10 L'optique de déflexion et de focalisation est constituée par trois paires de plaques 22, 24 et 26. Cette structure permettait, dans les tubes selon l'art antérieur dont la longueur était limitée pour des raisons technologiques, d'éloigner physiquement la lentille de déflexion de l'écran, ce qui contribue à diminuer la distorsion du faisceau. Cependant, cette structure a pour corollaire l'impossibilité d'optimiser indépendamment la focalisation et la déflexion du faisceau.

20 Un objectif de l'invention est de découpler la focalisation et la déflexion du faisceau dans le plan de déflexion. Ceci permet notamment d'améliorer, par rapport à l'art antérieur, la sensibilité de déflexion du faisceau.

25 D'autre part, on constate que sur la figure 1b, il est nécessaire de prévoir un diaphragme 28 en entrée de l'optique de focalisation et de déflexion 20, ceci afin que le faisceau d'électrons 30 qui diverge à la sortie des plaques 16 et 18 de la lentille quadrupolaire ne vienne frapper ladite optique de focalisation et de déflexion. La proportion de courant intercepté est importante. Elle est imposée par la dimension du diaphragme 28 et par la divergence créée par la lentille quadrupolaire réglée pour faire, dans le plan spatial, l'image de la fente sur l'écran.

L'invention propose d'adjoindre une lentille convergente dans le plan de déflexion, en amont de la lentille quadrupolaire afin de limiter la largeur du faisceau en sortie de ladite lentille quadrupolaire et ainsi de limiter l'importance du courant intercepté.

La présence de deux lentilles convergentes dans le plan de déflexion avant et après la lentille quadrupolaire donne en outre une infinité de combinaisons de réglage des deux lentilles qui permet d'avoir sur l'écran l'image de la fente. Ces différents réglages permettent de fixer soit le courant collecté, soit l'épaisseur de la trace du faisceau sur l'écran, c'est-à-dire la résolution, qui dépend de la largeur du faisceau en entrée du déflecteur.

Il est donc ainsi possible dans certaines applications d'optimiser le courant collecté au détriment de l'épaisseur de la trace. Inversement, il est possible d'optimiser le nombre de points suivant l'axe spatial au détriment du courant collecté.

L'invention est donc un perfectionnement aux tubes convertisseurs d'image à balayage de fente connus. Elle permet, tout en conservant la résolution temporelle de ces tubes, d'améliorer la résolution spatiale.

De manière précise, l'invention a pour objet un tube convertisseur d'image à balayage de fente destiné à observer des phénomènes lumineux d'évolution rapide par balayage sur un écran de l'image d'une fente, ladite fente recueillant sur une photocathode la lumière envoyée par le phénomène lumineux à étudier, et émettant un faisceau d'électrons, ledit tube comprenant ladite photocathode, une électrode de commande, une électrode accélératrice et une optique de dé-

flexion et de focalisation du faisceau d'électrons située entre l'électrode accélératrice et l'écran, ladite optique de déflexion et de focalisation comprenant un premier moyen électronique pour faire l'image de la plus grande dimension de ladite fente sur l'écran et un second moyen électronique indépendant du précédent pour focaliser et défléchir le faisceau, dans le plan de l'écran, dans une direction perpendiculaire à la direction précédente, ledit second moyen électronique comprenant, entre l'électrode accélératrice et l'écran, une lentille de focalisation suivie d'une électrode de déflexion, ladite lentille de focalisation faisant l'image de la plus petite dimension de la fente sur l'écran et limitant la largeur du faisceau en entrée de l'électrode de déflexion.

Ainsi, la focalisation et la déflexion du faisceau d'électrons dans le plan de déflexion sont indépendantes. Il est ainsi possible d'optimiser chacune de ces deux fonctions.

Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, l'optique de focalisation et de déflexion comporte, entre l'électrode accélératrice et l'écran, une lentille plane convergente, une lentille quadrupolaire, une autre lentille plane convergente et une électrode de déflexion.

Selon un autre mode préféré de réalisation, l'électrode de déflexion constitue une ligne à propagation d'onde.

Ceci améliore la sensibilité de déflexion du faisceau.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront mieux après la description qui suit d'exemples de réalisation donnés à titre explicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés sur lesquelles :

- les figures 1a et 1b, déjà décrites, représentent l'allure du faisceau d'électrons dans le plan spatial et dans le plan de déflexion d'un tube convertisseur d'image à balayage de fente selon l'art connu,

- la figure 2 est un schéma en perspective d'un mode de réalisation du tube convertisseur selon l'invention,

- les figures 3a et 3b représentent la forme du faisceau d'électrons dans le plan spatial et dans le plan de déflexion du tube convertisseur de la figure 2,

- les figures 4a et 4b illustrent la modification du faisceau électronique due à l'électrode accélératrice dans le plan spatial et dans le plan de déflexion,

- les figures 5a et 5b représentent deux vues de la lentille quadrupolaire, respectivement en coupe sur la figure 5a et de côté sur la figure 5b,

- la figure 6 représente un mode de réalisation des lentilles planes convergentes dans le plan de déflexion,

- la figure 7 représente un mode de réalisation de l'électrode de déflexion, et

- la figure 8 illustre un mode de réalisation d'un moyen d'obturation du tube.

Sur la figure 2, on a représenté un mode de réalisation d'un tube convertisseur selon l'invention. La lumière du faisceau 32 est concentrée par un système optique (non représenté) sur la photocathode 2 dans un rectangle 34 constituant la fente émettrice d'électrons. Le tube convertisseur comprend également une électrode accélératrice 14, une lentille plane convergente 36, une lentille quadrupolaire 38, une autre lentille plane convergente 40, une électrode de



déflexion 42 et un écran 4. Dans ce mode de réalisation, on n'a pas représenté les moyens d'obturation du tube. Ceux-ci seront décrits en référence à la figure 8.

5 De manière classique, l'image sur l'écran est reprise par un intensificateur de brillance qui peut être soit à l'intérieur du tube (galette de microcanaux), soit à l'extérieur du tube. Dans certains cas, la présence d'un intensificateur de brillance  
10 dans le tube introduit un bruit de fond important. Il est alors préférable d'utiliser un intensificateur de brillance extérieur tel qu'une matrice de cellules à dispositifs à transfert de charges (en anglais CCD).

L'électrode accélératrice 14 est reliée à  
15 une source de tension positive 44 ; les trois paires de plaques de la lentille convergente 36 sont reliées à une source de tension 46 ; les deux électrodes 6 et 8 de la lentille quadrupolaire 38 sont reliées à une même alimentation de tension positive 48, alors que  
20 les deux autres électrodes en regard 16 et 18 sont reliées à une même alimentation de tension négative 50 ; les trois paires de plaques de la lentille de convergence 40 sont reliées à une source de tension 52 et l'électrode de déflexion 42 à une source de tension 54.  
25

Dans le plan spatial, soit le plan  $xOz$ , l'image de la fente 34 est obtenue grâce à la lentille convergente réalisée par les électrodes 6 et 8 de la lentille quadrupolaire, ladite image se faisant sur  
30 l'écran 4. Dans le plan de déflexion, soit le plan  $yOz$ , l'électrode 42 défléchit selon la direction  $Oy$  (axe temporel) l'image de la photocathode sur l'écran 4.

Sur la figure 3a, on a représenté la forme  
35 du faisceau électronique dans le plan spatial entre la

photocathode 2 et l'écran 4. Le potentiel appliqué par l'alimentation 48 de la figure 2 aux électrodes 6 et 8 est tel que, dans le plan spatial  $xOz$ , l'image de la fente de la photocathode est réalisée sensiblement sur l'écran 4. Le faisceau électronique est représenté en 56.

Sur la figure 3b, on a représenté l'allure du faisceau électronique dans le plan de déflexion  $yOz$ . Le faisceau électronique 58 est accéléré par l'électrode accélératrice 10, puis il est préfocalisé par la lentille plane convergente 36 avant d'être rendu divergent par les électrodes 16 et 18 de la lentille quadrupolaire. Il pénètre ensuite dans la lentille plane convergente 40, après avoir été éventuellement diaphragmé par un diaphragme 60, pour être focalisé sur l'écran 4. Le courant arrêté par le diaphragme 60 peut être réglé grâce à la lentille de préfocalisation 36.

En aval de la lentille convergente 40, le faisceau 58 traverse l'électrode de déflexion 42 qui assure la fonction de balayage du faisceau sur l'écran. De préférence, cette électrode de déflexion constitue une ligne à propagation d'onde. Le signal de tension de déflexion se propage alors sur la ou les plaque(s) de déflexion à la même vitesse que le faisceau d'électrons.

Sur la figure 4a, on a représenté la photocathode 2 et l'électrode accélératrice 10 ainsi que le schéma des faisceaux issus de la photocathode tels que les faisceaux 62 et 64. Le point de première convergence est situé en 66 et l'image de la photocathode donnée par l'électrode accélératrice 10 est représentée en pointillé en 68. La position du point de première convergence 66 de l'image de la photocathode 68 et la hauteur du point de première convergence varient

en fonction du rapport  $e/d$ , où  $e$  est la demi-largeur de la fente de l'électrode accélératrice 10 et  $d$  la distance entre la photocathode et l'électrode accélératrice.

5 Sur la figure 4b, on a représenté dans le plan spatial la photocathode émettant des faisceaux d'électrons tels que 70, 72 et 74, l'image 76 de la photocathode donnée par l'électrode accélératrice 10 dans ce plan étant située en aval.

10 Sur les figures 5a et 5b, on a représenté la lentille quadrupolaire 38. Cette lentille est formée selon ce mode de réalisation de quatre arcs hyperboles équilatères, les arcs en vis-à-vis 16 et 18 étant portés au potentiel  $+V$  et les arcs 6 et 8 au potentiel  $-V$ .  
15 Sur la figure 4b, on a représenté la même lentille quadrupolaire de longueur  $l_1$  vue de côté en coupe selon le plan  $yOz$ .

20 Le potentiel à l'intérieur d'une telle lentille est de la forme  $V = A(y^2 - x^2)$  ; la lentille est convergente dans le plan  $xOz$ ,  $\partial V / \partial x = -2Ax$ , et divergente dans le plan  $yOz$ ,  $\partial V / \partial y = +2Ay$ .

On utilise la propriété de convergence de la lentille quadrupolaire 38 pour faire l'image de la fente 34 de la photocathode 2 sur l'écran. Dans le plan spatial, le faisceau issu de la photocathode 2 a des dimensions qui ne sont pas négligeables par rapport à la distance inter-électrode  $2a$ . C'est donc dans le plan spatial que les aberrations de la lentille quadrupolaire altéreront la qualité de l'image.

30 Dans le plan de déflexion, la hauteur de la fente étant par exemple de 1 mm, la hauteur du faisceau sera faible devant  $2a$ , de l'ordre du centimètre, et les aberrations négligeables. L'avantage de la lentille quadrupolaire sur la lentille convergente simple  
35 est de ne pas introduire de grosses distorsions dans

le plan spatial puisqu'elle est dépourvue d'aberrations du premier ordre.

La forme des électrodes permettant de réaliser le champ quadrupolaire est, comme on l'a vu une  
5 branche d'hyperbole équilatère. Cette forme étant difficile à usiner, on la remplace, dans une variante de l'invention, par un arc de cercle osculateur.

Sur la figure 6, on a représenté un mode de  
10 réalisation d'une lentille convergente dans le plan de déflexion tel que les lentilles 36 et 40. Cette lentille est constituée de trois paires de plaques 78, 80 et 82. Les plaques 78 et 82 sont à la masse, et la plaque 80 à un potentiel négatif. Ce potentiel est  
15 réglable et peut être ajusté indépendamment pour chacune des lentilles 36 et 40 situées de part et d'autre de la lentille quadrupolaire 38. Ceci permet, tout en focalisant le faisceau sur l'écran, de modifier son épaisseur à l'entrée de l'optique de déflexion, ce qui  
20 conditionne l'épaisseur de la trace sur l'écran. La résolution temporelle peut ainsi être réglée en fonction de chaque application. L'épaisseur minimale de la trace sur l'écran est très sensiblement plus petite que dans les tubes selon l'art connu.

On a représenté sur la figure 7 un mode de  
25 réalisation de l'électrode de déflexion 42.

Un des problèmes importants qui apparaît  
lorsque l'on défléchit un faisceau électronique est la défocalisation de déflexion. Lorsqu'on dévie un  
30 faisceau d'électrons au moyen de plaques, porté à des potentiels positif et négatif par rapport à un potentiel moyen, on voit la trace s'épaissir de part et d'autre de la position médiane. Cet épaississement est dû à l'effet de lentille convergente créé par l'appli-  
35 cation sur les plaques des tensions de déflexion : les

électrons proches des plaques positives sont accélérés et étant plus rapides sont moins déviés que les électrons axiaux.

5           Au contraire, les électrons plus proches des plaques négatives sont ralentis, donc davantage déviés, si bien que le croisement des trajectoires s'effectue plus près que voulu de la sortie des plaques de déflexion. On montre que l'épaisseur de la trace est proportionnel à  $\omega/(l_2.L)$  où  $\omega$  est la largeur du faisceau en entrée de l'optique de déflexion,  $l_2$  la longueur des plaques de déflexion et  $L$  la distance entre l'entrée des plaques de déflexion et l'écran.

10           L'épaisseur du faisceau ne peut être réduite si l'on souhaite conserver la majeure partie du courant transporté. De plus, la longueur des plaques  $l_2$  ne peut être augmentée sans amputer la bande passante du système de déflexion. Il y a donc intérêt à accroître la longueur  $L$  dans les limites compatibles avec la longueur du tube.

15           La bande passante du système de déflexion est limitée par le temps de transit des électrons du faisceau entre les plaques. Pour atteindre des vitesses de balayage élevées, on utilise un système de déflecteur divisé à propagation d'onde c'est-à-dire un système dans lequel le signal de déflexion accompagne les électrons du faisceau. Ceci permet d'obtenir un déflecteur simple, à forte sensibilité, donc avec une tension de déflexion faible, et à très grande bande passante.

20           L'optique de déflexion 42 représentée sur la figure 7 comprend une plaque 84 mise à un potentiel constant et une plaque 86 formant une ligne en zigzag telle que la rampe de tension se propage, dans la direction Oz, à la vitesse des électrons du faisceau.

25           Pour permettre une bonne propagation du signal de ba-

30

35

layage, l'ensemble fils d'arrivée, connecteurs et ligne en zigzag doit être adapté à l'impédance et refermé sur l'impédance caractéristique. Ceci est réalisé par une résistance 87 disposée entre la plaque 86 et la masse. L'adaptation est enfin ajustée au moyen d'une contre plaque 88 portée au potentiel de la masse.

Lorsque le tube est au repos, les électrons peuvent être bloqués de manière connue au niveau de la photocathode par un potentiel négatif appliqué sur une électrode de commande disposée entre la photocathode et l'électrode accélératrice. Un signal électrique de forme rectangulaire positif est alors superposé à ce potentiel négatif de polarisation pour obtenir l'ouverture du tube. Ce mode de réalisation n'est pas toujours le plus adapté, notamment lorsque la distance entre la photocathode et l'électrode accélératrice est de l'ordre de quelques millimètres seulement et que le potentiel de l'électrode accélératrice est élevé, par exemple supérieur à 10 kV.

On a représenté sur la figure 8 un autre mode de réalisation d'un système d'obturation du faisceau électronique. Sur cette figure, représentant en coupe les différents éléments du tube, on a ajouté une première lentille d'obturation 90 entre la lentille convergente 36 et la lentille quadrupolaire 38, et une seconde lentille d'obturation 92 entre la lentille convergente 40 et l'électrode de déflexion 42. L'obturation est réalisée par déflexion du faisceau électronique en polarisant une des électrodes de la lentille 90.

L'impact des électrons sur la lentille 92 engendre des électrons secondaires dont il serait préjudiciable qu'ils puissent se propager dans le tube. Pour empêcher cela, il suffit de confiner les élec-

trons secondaires dans l'espace délimité par la lentille 92 en appliquant sur ladite lentille un potentiel supérieur au potentiel de la lentille convergente 40. Une tension de quelques centaines de volts est

5 suffisante pour assurer l'obturation.

En conclusion, on va indiquer les caractéristiques géométriques et électriques d'un mode de réalisation de l'invention :

- distance photocathode-écran : 500 mm,
- 10 - dimensions de la fente de la photocathode : 1x12 mm,
- grandissement dans le plan spatial : 2,
- dimensions de la fente accélératrice : 2x12 mm,
- lentille quadrupolaire,  $l_1=96,5$  mm,  $a=14,4$  mm,
- électrode de déflection :  $l_2=69$  mm,  $L=223$  mm,
- 15  $\omega=2,8$  mm, sensibilité 0,08 mm/V
- plage utile de l'écran 24x32 mm,
- potentiel d'accélération : 15000 V,
- potentiel de la lentille quadrupolaire :  $\pm 219$  V,
- potentiel de blocage de l'électrode d'obturation :
- 20 - 500 V,
- potentiel des lentilles planes convergentes : 500 V,
- sensibilité de déflection : 0,08 mm/V,
- défocalisation de déflection :  $\epsilon = 25$   $\mu$ m,
- résolution spatiale dans le sens de la fente :
- 25 25 pl/mm,
- distorsion inférieure à 2%,
- épaisseur de la trace dans le plan de déflection :
- 40  $\mu$ m,
- résolution temporelle le long de la fente :
- 30 1 picoseconde.

REVENDEICATIONS

1. Tube convertisseur d'image à balayage de fente destiné à observer des phénomènes lumineux d'évolution rapide par balayage sur un écran (4) de l'image d'une fente (34), ladite fente recueillant sur  
5 une photocathode (2) la lumière envoyée par le phénomène lumineux à étudier, et émettant un faisceau d'électrons (12, 30, 58), ledit tube comprenant ladite photocathode (2), un moyen d'obturation (90, 92), une électrode  
10 accélératrice (14) et une optique de déflexion et de focalisation du faisceau d'électrons située entre l'électrode accélératrice et l'écran, ladite optique de déflexion et de focalisation comprenant un premier moyen  
15 électronique pour faire l'image de la plus grande dimension de ladite fente sur l'écran et un second moyen électronique indépendant du précédent pour focaliser et défléchir le faisceau, dans le plan de l'écran, dans une direction perpendiculaire à la direction précédente, ledit tube étant caractérisé en ce que ledit second moyen  
20 électronique comprend, entre l'électrode accélératrice et l'écran, une optique de focalisation suivie d'une électrode de déflexion, ladite optique de focalisation faisant l'image de la plus petite dimension de la fente sur l'écran et limitant la largeur du faisceau en entrée  
25 de l'électrode de déflexion.

2. Tube convertisseur d'image selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'optique de focalisation et l'électrode de déflexion comporte, entre l'électrode accélératrice (14) et l'écran (4), une len-  
30 tille plane convergente (36), une lentille quadrupolaire (38), une autre lentille plane convergente (40) et une électrode de déflexion (42).

3. Tube convertisseur d'image selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en  
35 ce que l'électrode de déflexion (42) forme une ligne à



propagation d'onde.

4. Tube convertisseur selon l'une quelconque des revendications 2 et 3, caractérisé en ce que la fente de la photocathode (2) a une forme rectangulaire, d'axes perpendiculaires  $Ox$  et  $Oy$ , l'axe  $Ox$  étant parallèle au grand côté du rectangle de centre  $O$ , et en ce que l'électrode accélératrice (14) est munie d'une fente parallèle à l'axe  $Ox$ , le faisceau électronique créé par impact de la lumière sur la photocathode étant accéléré, selon l'axe  $Oz$  perpendiculaire à  $Ox$  et  $Oy$ , par un potentiel positif appliqué sur l'électrode accélératrice (14), en ce que la lentille quadrupolaire (38) convergente dans le plan  $xOz$ , dit plan spatial, est divergente dans le plan  $yOz$ , dit plan de déflexion, et en ce que chaque lentille plane (36, 40) est convergente dans le plan  $yOz$  de déflexion et en ce qu'une alimentation électrique applique une tension variable entre les électrodes de déflexion (42) pour défléchir dans la direction  $Oy$  le faisceau électronique en fonction du temps.

5. Tube convertisseur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la photocathode (32) est plane.

6. Tube convertisseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la lentille quadrupolaire (38) est constituée par quatre électrodes cylindriques (6, 8, 16, 18) de génératrices parallèles à l'axe  $Oz$ , et dont les sections droites dans un plan parallèle au plan  $xOy$  sont sensiblement des portions d'hyperboles équilatères, deux électrodes en vis-à-vis étant portées à un potentiel positif et les deux autres électrodes en vis-à-vis à un potentiel négatif.

7. Tube convertisseur selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la lentille quadrupolaire (38) est constituée par quatre électrodes cylindriques et à génératrice parallèle à l'axe  $Oz$ , et dont les sections droites dans un plan parallèle au plan  $xOy$  sont des arcs de cercle, deux électrodes en vis-à-vis étant portées à un potentiel positif et

les deux électrodes à un potentiel négatif.

8. Tube convertisseur d'image selon l'une quelconque des revendications 2 à 7, caractérisé en ce que les lentilles planes convergentes (36, 40)

5 comportent trois paires de plaques, les plaques extrêmes étant à la masse.

1,4

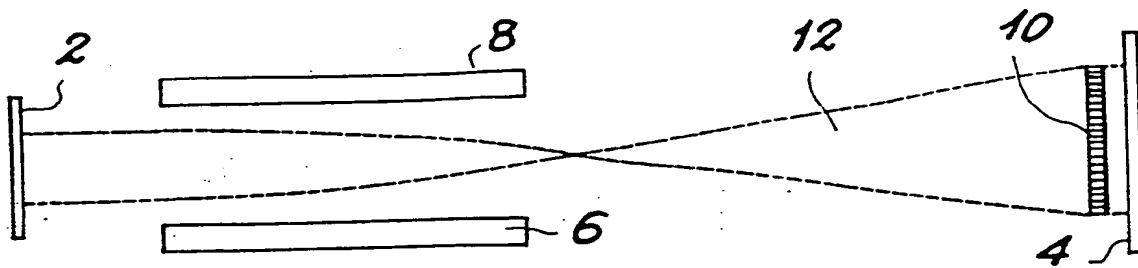


FIG. 1a

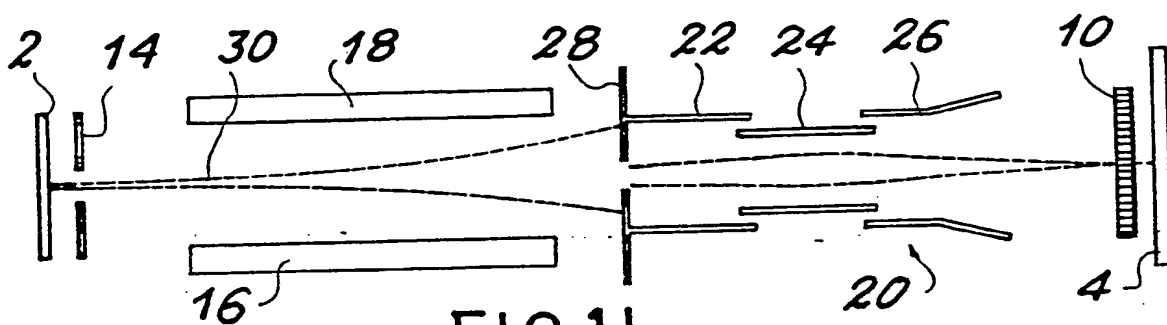


FIG. 1b

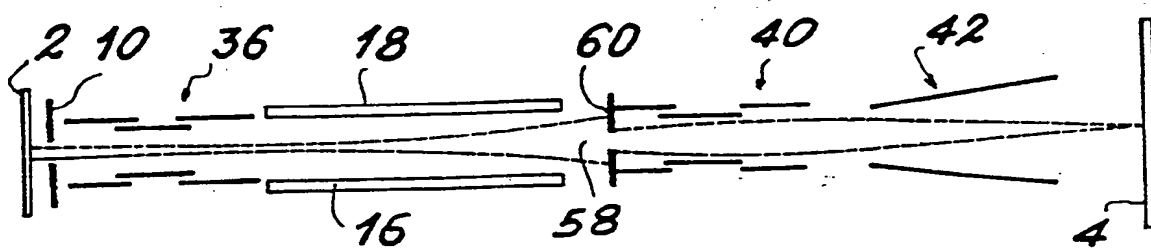


FIG. 3b

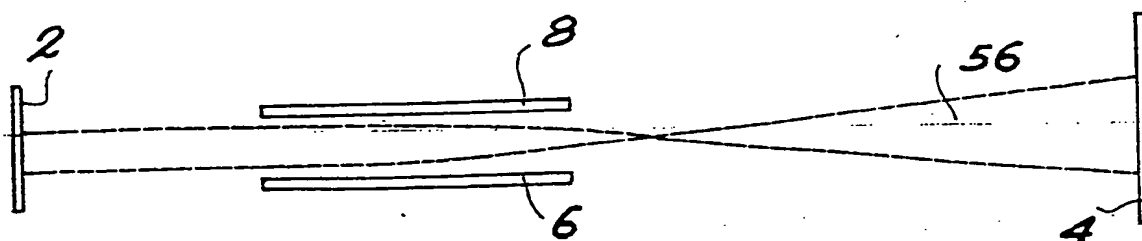


FIG. 3a

2,4

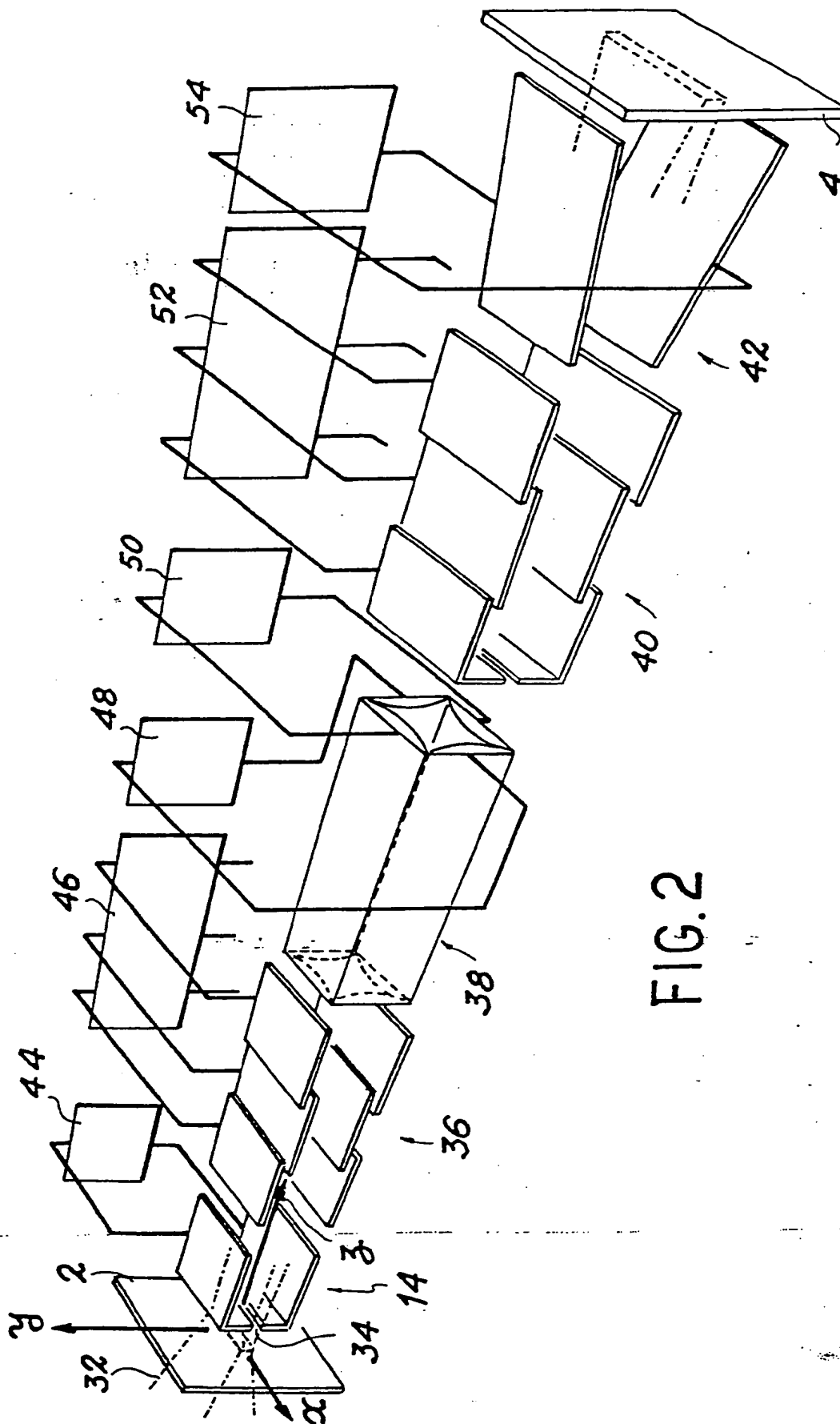


FIG. 2

3,4

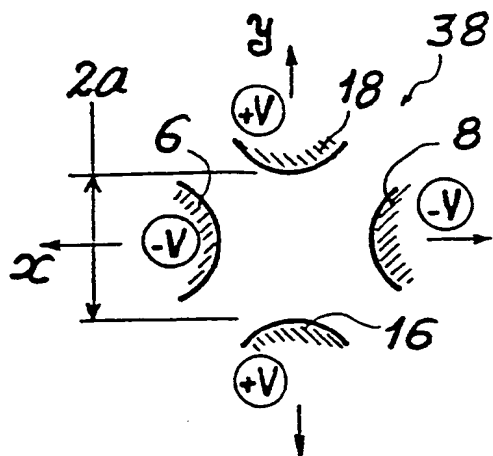


FIG. 5a

FIG. 5b

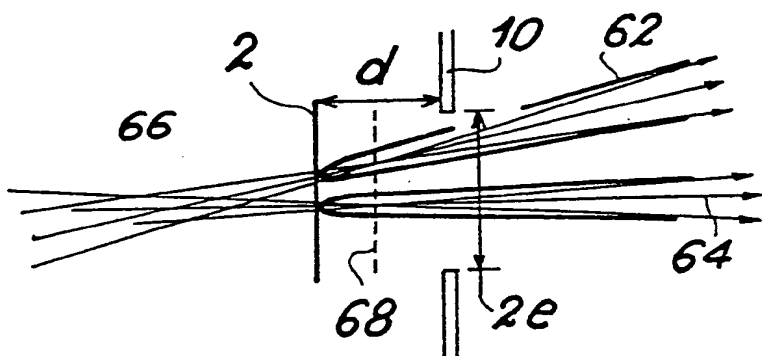
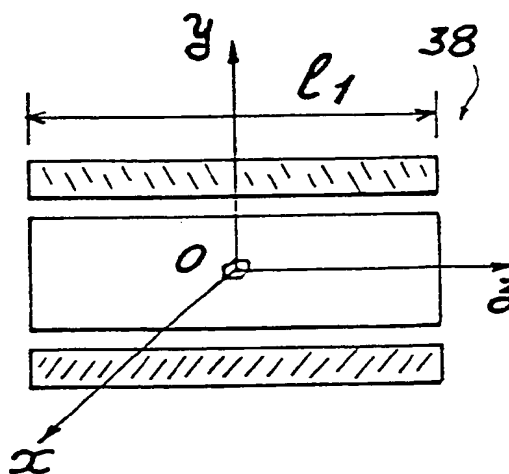
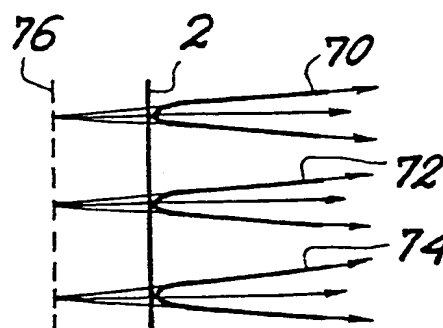


FIG. 4a

FIG. 4b



4,4

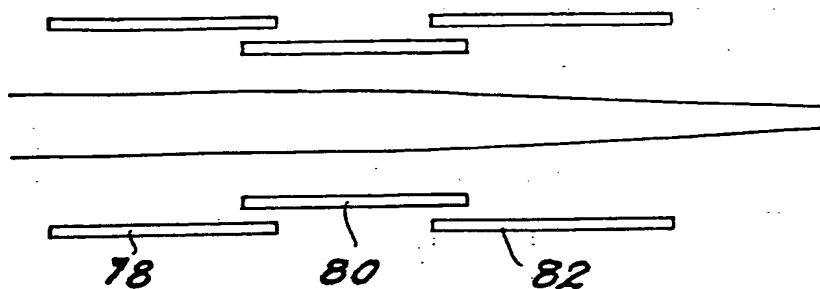


FIG. 6

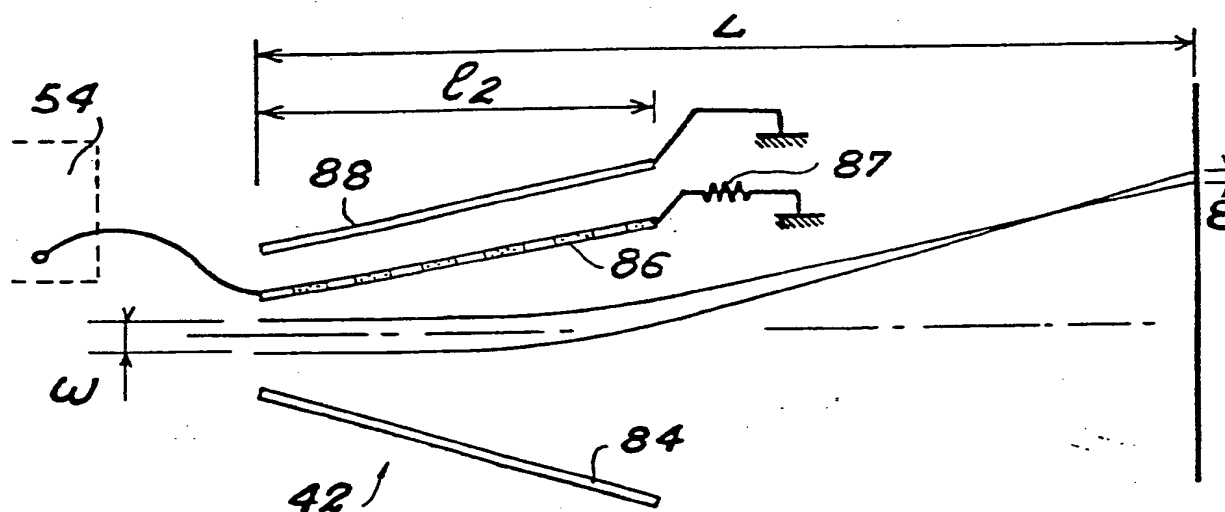


FIG. 7

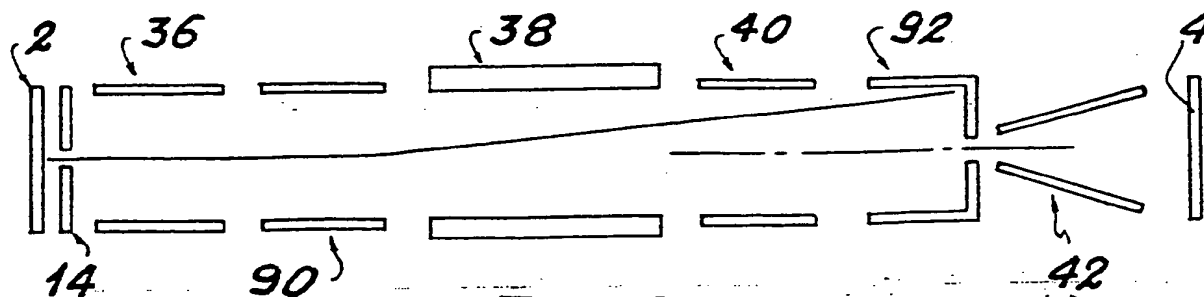


FIG. 8